الفصل الأول

مفاهيم أساسية



سلسة وأعدوا - سلاح الهندسة

سلاح ا ندسة

يعتبر سلاح الهندسة من أهم الأسلحة ذات التأثير البالغ على مختلف مراحل المعركة وتحت كل الظروف. إذ أن مهمة سلاح الهندسة تبدأ من اللحظة التي يبدأ فيها التخطيط للعملية، وتستمر في مرحلة التحضير وأثناء سير القتال وبعد تمام المعركة في إزالة آثار الحرب.

وتختلف طبيعة عمل المهندسين العسكريين من معركة إلى أخرى حسب ظروف القتال وطبيعة مسرح العمليات وأعمالهم في المعركة الهجومية غيرها في المعركة الدفاعية أو في عمليات الانسحاب. كما أن مسرح العمليات ذا الطبيعة الصحراوية يختلف عن المسح الجبلي أو المناطق الزراعية أو المدن.

الواجبات العامة لسلاح الهندسة:

تتلخص واجبات سلاح الهندسة خلال مراحل المعركة بالنقاط التالية:

- الاستطلاع الهندسي: الذي يركز على جمع المعلومات وتحليلها لمعرفة الحقائق المتعلقة بـ:

الأرض: طبيعتها والموانع الطبيعية فيها كالمرتفعات والجبال والتلال وتماسك التربة والمستنقعات والممرات المائية والقنوات كما تحدد الغابات والأحراش إن وجدت وتستكشف مصادر المياه والآبار الموجودة بالمنطقة...

العدو: أي نقاطه القوية ودشمه وتحصيناته وطرق اقترابه مع دراسة أفضل السبل للتغلب عليها وتدميرها، ويقوم أيضاً بتحديد حقول الألغام المعادية وحدودها وعمقها وطبيعة الموانع المختلفة مع الحلول المقترحة للتغلب عليها وفتح الثغرات بها.

ويتم الاستطلاع الهندسي بالرصد، والدوريات الهندسية، والتنصت، والتصوير، كما يتم الاستطلاع بالقوة (كمائن - إغارات...).

ويراعى استمرار ومتابعة أعمال الاستطلاع الهندسي خلال مراحل القتال المختلفة فقد يفاجأ التشكيل المقاتل بعوائق أثناء مناورته القتالية في عمق العدو ومما يدعو إلى تدخل المهندسين لإيجاد حل أو مخرج لمثل هذه المواقف. كما أنه يجب أن يتسم الاستطلاع بالدقة وسرعة نقل المعلومات إلى الهيئات المختصة لتحليلها ودراستها واستخلاص النتائج منها.

- إدامة حركة القوات الصديقة واستمرارها: من خلال إزالة كل ما يعترض طريق قواتنا من عوائق وموانع سواء كانت من صنع البشر أو تفرضها طبيعة أرض المعركة وذلك قبل وأثناء التماس مع العدو وضمن أقل فترة زمنية ممكنة.

ويشكل ذلك فتح الثغرات في حقول الألغام التي وضعها العدو أمام مواقعه الدفاعية ومهاجمة النقاط الحصينة ونسف أبواب وأبراج المعاقل القوية... وكذلك إقامة الجسور والأطواف التي يتم مرور القوات فوقها خلال مراحل الاقتحام بالإضافة إلى إنشاء الطرق والممرات اللازمة لتحرك القوات.

- منع القوات المعادية من التقدم: عن طريق وضع الموانع اللازمة (حقول ألغام - عبوات ناسفة - خنادق دبابات - شراك خداعية...) والتي تغلق جميع المحاور المحتمل مرور العدو من خلالها، بالإضافة إلى نسف وتدمير الجسور التي يستخدمها العدو في تحركاته ونقل إمداداته.
- إنشاء الدشم والتحصينات: القوية وحفر الخنادق والملاجئ سواء في المواقع الدفاعية الصديقة أو في المواقع الدفاعية الجديدة التي تم اقتحامها.
- إزالة العبوات الناسفة والشراك الخداعية: التي يبثها العدو أو يتركها خلفه عند الانسحاب بعد اقتحام مواقعه وخاصة في المناطق المبنية أو المحصنة.
- إزالة القنابل والصواريخ والقذائف: التي قد تسقط وسط القوات دون أن تنفجر مما يجعلها خطراً على حياتهم وعلى سلامة أسلحتهم ومعداتهم.
- إجراء أشكال مختلفة من الهندسة الميدانية: في المناطق الإدارية، ومن هذه الأعمال الإجراءات التالية:
  - ✓ العمل على صيانة الطرق الحربية والمطارات العسكرية.
  - ✓ حفر المرابض ومواقع المدفعية والأسلحة المتوسطة والثقيلة الأخرى.
  - ✓ تجهيز الأماكن الصالحة لتكديس الذخيرة.
  - ✓ تجهيز وإعداد مراكز القيادة ومراكز السيطرة والتحكم والمواصلات.
  - ✓ إجراء التدابير الهندسية الخاصة بالإخفاء والتمويه والخداع.
  - ✓ المعاونة في إقامة الوسائل الواقية ضد الهجمات النووية أو وسائل وأسلحة الدمار الشامل (الكيميائية - البيولوجية...).

عمل وحدات الهندسة:

تعمل وحدات الهندسة خلال سير العمليات القتالية إما:

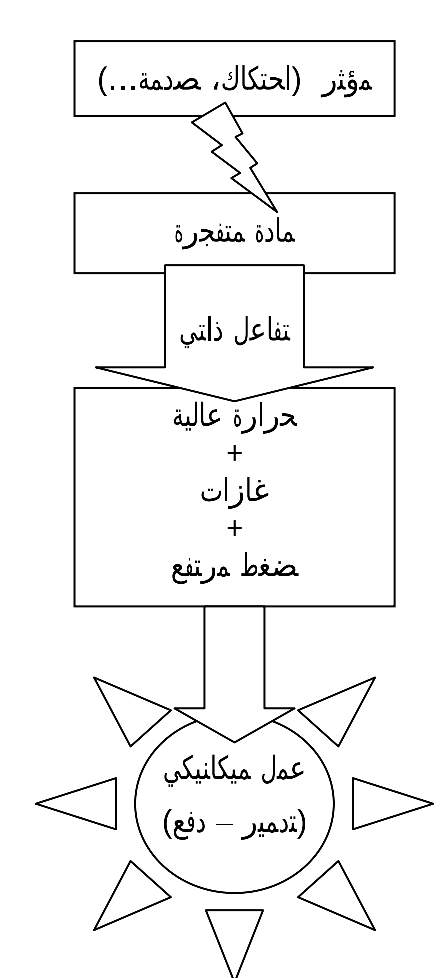
- كوحدات هندسة عسكرية مستقلة.
- كوحدات هندسة عسكرية في تشكيل أسلحة مشتركة.
- تنفيذ العمليات الخاصة.
- كوحدات مشاة عادية وذلك عندما لا تكون الوحدات المقاتلة محتاجة لأي جهد هندسي خلال فترة زمنية محددة.

المتفجرات

مقدمة في المتفجرات :

لم يذكر التاريخ متى بدأ استخدام أول مادة مفرقعة، وربما كانت النيران اليونانية الشهيرة التي ظهرت في بلاد اليونان سنة ٦٧٣ ميلادية شيئا يشبه المفرقعات أو الألعاب النارية ، وقد ظهر سنة ١٣٠٠م مخلوط مكون من فحم الكربون والكبريت وملح البارود (نترات البوتاسيوم) ، وكان هذا المخلوط حتى سنوات عديدة هو المادة الوحيدة المتفجرة والمعروفة باسم البارود الأسود .
وقد عرفت أوروبا البارود الأسود سنة ١٣١٣م كمادة دافعة للمقذوفات على يد راهب ألماني ، ولكن اغلب الظن أن العرب كانوا أسبق الناس إلى معرفته واستخدامه في حروبهم قبل ذلك بنصف قرن تقريبا حيث ذكر ابن خلدون أن أحد ملوك العرب استخدمه في الحرب سنة ١٢٧٣م.

تطورت المتفجرات كمادة يمكن استخدامها كمصدر للطاقة في أغراض التدمير في النصف الأخير من القرن التاسع عشر حيث توصل العالم السويدي الفريد نوبل سنة ١٨٦٧ إلى إعداد مركب النيتروجلسرين .
قام العلماء بعد ذلك بتطوير المتفجرات باستخدام النيتروجلسرين وإضافته إلى مواد أخرى والتوصل إلى أنواع كثيرة أخرى كما ظهرت مركبات خالية تماما من النيتروجلسرين ، وتستخدم المتفجرات حاليا بصورها المختلفة في الحروب ، كما تستخدم أيضا أنواع منها بصورة آمنة في الأعمال المدنية



تعريف المواد المتفجرة:

هي عبارة عن مواد صلبة أو سائلة أو غازية قابلة عند تعرضها إلى عامل خارجي (صدمة، احتكاك، حرارة...)، للتحول السريع الذاتي الانتشار الذي يعطي كمية كبيرة من الحرارة والغازات خلال فترة وجيزة من الزمن وبالتالي إلى ارتفاع هائل في الضغط مما يؤدي إلى عمل ميكانيكي يكسر ويفتت ويرمي ما يحيط به من أجسام.

ولكن لا بد من إبداء بعض الملاحظات حول هذا التعريف:

- بعض المواد المتفجرة (المواد البادئة) لا تولد سوى كمية ضئيلة من الغازات عند تفككها أما سبب انفجارها فيعود إلى التسخين السريع للهواء الذي يكتنفها بفضل الطاقة الناجمة عن تفكك المادة المتفجرة.

- لا يعني أن كل تفاعل كيميائي يولد طاقة حرارية كبيرة يؤدي إلى انفجار لأن الانفجار يتطلب تولد هذه الطاقة في وقت قصير جداً فالحرارة التي ترافق انفجار أشد المواد المتفجرة قوة هي من ٧ إلى ١٧ مرة أقل من الحرارة التي يولدها احتراق كمية موازية من البترول (كلغ واحد من البنزين = ١١,٦ من إل ت.ن.ت).

- خلافاً للمحروقات العادية لا تحتاج المواد المتفجرة إلى أوكسجين الهواء أثناء تحولقياسية بفعلغازية (كلغ واحد من البنزين يتطلب ١٦كلغ من الهواء). أما في المواد المتفجرة فمصدره هو المواد المتفاعلة نفسها.

هذه الأمور إلى جانب السرعة الفائقة للتحول الكيميائي تجعل من المواد المتفجرة مصدراً مركزاً لقوى هائلة.

إذن المتفجرات هي عبارة عن مركبات كيميائية أو خلائط فيزيائية ، تحتاج إلى محرض خارجي كي تتحول من حالتها التي عليها إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية ، منتجة ضغط وحرارة عالية ودوي يسمى الانفجار .

وبعبارة أخرى هي مواد قابلة للتحول من الحالة التي تكون عليها إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية بفعل محرض خارجي .

ومن خلال المفاهيم: تبرز لدينا بعض الأسئلة يجدر بنا التعرف على أجوبتها لمحاولة تفسيرها ولمعرفة مضمونها : ما الفرق بين المواد الكيميائية و الخلائط الفيزيائية ؟ وما هو المحرض الخارجي وهل هو نوع واحد ؟ وما هو الفرق بين الانفجار والاحتراق ؟

ما الفرق بين المركبات الكيميائية و الخلائط الفيزيائية ؟

أما عن المركبات الكيميائية فهي ناتج ترابط الذرات لعناصر مختلفة في جزئ جديد ذو خواص جديدة ، وبالنسبة للخلائط الفيزيائية فعند إضافة العناصر لبعضها البعض ينتج عنها مادة يحافظ كل عنصر فيها على خصائصه ، ومثال ذلك خلط الماء والملح فينتج ماء مالح يمكن فصلهما عن بعض بحيث يبقى كل عنصر محتفظ بخواصه .

تعريفات ومفاهيم :

- المحرض الحرارية: هو عبارة عن محفز ومهيج من خارج جسم المادة تتأثر به المادة المتفجرة لتتحول إلى كمية هائلة من الغازات كما ذكرنا أعلاه وهذا المحرض يعتبر بمثابة بادئ للانفجار أو ما نسميه بالصاعق .

- الموجة الانفجارية : هي الغازات الناتجة عن الانفجار والتي تشكل الصدمة الانفجارية لما حولها مصحوبة بخصائص هذه الموجة كما سيأتي تفصيلها.
- الصدمة الحرارية : وهي عملية تسخين المادة ومن ثم تبريدها فجأة أو العكس .

لذا عند التعامل مع المتفجرات يجب أخذ الحذر من التعامل معها في وجود أحد أنواع المحرضات، لذلك عند التعرف علي المتفجرات يجب مراعاة التالي:

١. التعرف عليها أو فحصها بأقل كمية ممكنة ٠,٥ـ ٢ غرام .
٢. فحصها عبر وسيط مثلا إذا أردنا فحص خاصية الاحتراق للمادة المتفجرة فإننا نقوم بأخذ كمية صغيرة منها ووضعها على ورقة ومن ثم نقوم بإحراق الورقة ، ولا نقوم بتقريب الشعلة إلى المادة مباشرة .
٣. أقل عدد من الأشخاص و الأعضاء فإذا كان يكفي شخص واحد فلا يصح أن يكون هناك شخص آخر وإذا لزمت يد واحدة فلا يجب أن أقرب بقية الأعضاء .

المميزات العملية للمواد المتفجرة:

١. القدرة: هي كمية الطاقة الحرارية المستعملة في عمل محدد، وهي متعلقة بالميزان الأوكسيجيني للمادة المتفجرة. يتوقف على هذا المصطلح قدرة القذف.
٢. القصم: هي قدرة المادة المتفجرة على تحطيم المواد المحيط بها وهي تتناسب مع كثافة المادة وسرعة انفجارها = $P = d.v2$ حيث أن d هي كثافة المادة و v سرعة انفجارها.
إن مادتين لهما نفس القدرة ليس من الضروري أن تعطيا نفس النتيجة.
٣. الحساسية: هي الطاقة اللازمة لإحياء التفاعل الانفجاري. وتختلف هذه الطاقة باختلاف مصدرها فقد تكون ناتجة عن صدمة أو احتكاك أو شرارة أو موجة انفجارية.
٤. القطر الحرج: وهو القطر الأدنى للحشوة المتفجرة وأقل منه لا يمكن أن يحدث انفجار في الحشوة لأن الموجة الانفجارية لا يمكن أن تأخذ مجراها.
٥. مقاومة الماء والرطوبة: وهذا يعني مقاومة المادة لامتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها، وكلما كبرت هذه المقاومة كلما ذادت الثباتية والكفاءة. فبعض المواد المتفجرة تحتوي على أملاح ماصة للماء أو تتفكك بواسطة الماء والرطوبة مما يؤدي إلى عدم صلاحيتها.
٦. مقاومة الحرارة والبرودة: لهذه الناحية أهمية كبيرة لاسيما عندما تستعمل المتفجرات في المناطق الباردة أو الحارة. فالحرارة يمكن أن تتسبب بتغييرات مهمة في المتفجرات فمن الممكن أن يميع المتفجر أو يصبح أقل صلابة، وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وبالتالي زيادة الكثافة. كما ويمكن أن تنفصل بعض المواد الموجودة

في المواد المتفجرة وخاصة التي تحتوي على مواد دهنية. والبرودة تضعف قوة المادة المتفجرة، ويزيد التجمد من حساسيتها للصدم.

٧. الضغط: تؤثر كثافة المادة المتفجرة بشكل كبير على حساسية الصعق وسرعة التفجر، لهذا يجب التأكد من أن الكثافة لا تتجاوز الكثافة الحرجة من جراء الضغط الناتج عن رصف المتفجرات أثناء فترة التخزين.

٨. الرشح: وخصوصاً إذا كانت المادة المنفصلة حساسة (الديناميت الذي يرشح النيتروغليسرين عندما يكون تصنيعه رديئاً).

٩. تفاعل مكونات الخلائط المتفجرة: قد تتفاعل بعض المكونات مع بعضها مما يؤدي إلى تلف المادة المتفجرة أو ينتج مواد حساسة أو تزيد من حساسية المادة للانفجار التلقائي.

١٠. الشوائب: إن وجود الشوائب (الحوامض...)، قد يؤدي إلى تلف المادة أو تفاعلها مع الوعاء الذي يحويها.

١١. الانفجار بالعدوى: هي قدرة مادة متفجرة على نقل الانفجار إلى مادة أخرى موضوعة على مقربة منها دون أن تلامسها. إن عملية نقل الانفجار من حشوة إلى حشوة أخرى تتعلق بالأمور التالية:

- سرعة الموجة الانفجارية للمادة المتفجرة المانحة.
- حساسية المادة المتفجرة المستقبلة.
- الحاجز بين المادتين.
- وضعية الحشوات من بعضها.

١٢- سمومية الغازات الناتجة: أخطر الغازات الناتجة عن الإنفجارات هي أكسيد الكربون وهو عديم اللون والرائحة والطعم. ففي الإنفجارات في الهواء الطلق تتبدد الغازات بسرعة، أما في الأماكن المقفلة كالسراديب والملاجئ فلا تتبدد بسهولة لذا يظل جو التنفس خطراً لمدة طويلة إذا لم تؤمن تهوية المكان.

المواصفات العامة لاختيار المواد المتفجرة:

لكي تكون مناسبة للإستعمال في المهمات العسكرية على المواد المتفجرة أن تملك بعض الخصائص:

١. أن تكون رخيصة الثمن وسهلة الإنتاج بتوفر المواد الأولية لتصنيعها.
٢. أن تكون غير حساسة نسبياً للصدمة أو الاحتكاك، ولكن قادرة على التفرقع بمفرقعات سهلة التحضير.
٣. أن تكون قادرة على التدمير.
٤. يجب أن تكون مستقرة إلى حد كاف لتخزينها لفترات طويلة عند درجات حرارة متدنية وعالية جداً.
٥. يجب أن تكون عالية الكثافة. (الوزن/الحجم).
٦. يجب أن تكون مناسبة للاستعمال تحت الماء أو في المناخات الرطبة.
٧. يجب أن تكون قليلة السمومية عند تخزينها واستعمالها وتفجيرها.

تحديد نوع المواد المتفجرة: هي عملية مطابقة الهدف الخاص المراد تحقيقه مع القدرة النسبية للمادة المتفجرة. كما تراعى كل الخصائص السابقة عند الاختيار.

يحتوي الجدول التالي على معلومات تتعلق بخصائص الاستعمال لكثير من المواد المتفجرة الموصوفة لاحقاً:

المادة	الاستعمال	سرعة الانفجار	معامل القدرة النسبية	سمومية الغازات	مقاومة الماء والرطوبة
البارود الأسود	فتيل الأمان	٤٠٠	٠,٥٥	خطير	ضعيف
نيترات الأمونيوم	حشوات الحفر	٢٧٠٠	٠,٤٢	خطير	ضعيف
الأماتول ٢٠/٨٠	حشوات التحريض	٤٩٠٠	١,١٧	خطير	ضعيف
ديناميت أم١	حشوات التدمير	٦١٠٠	٠,٩٢	خطير	حسن
الفتيل الصاعق	التذخير	٧٣٠٠-٨١٠٠	-	غير مؤثر	
ت.ن.ت	حشوات التدمير المتفجرات المركبة	٦٩٠٠	١	خطير	ممتاز
تتريتول ٢٥/٧٥	حشوات التدمير	٧٠٠٠	١,٢	خطير	ممتاز
تتريل	حشوات التحريض المتفجرات المركبة	٧١٠٠	١,٢٥	خطير	ممتاز
بنتوليت ٥٠/٥٠	حشوات التحريض	٧٤٥٠	-	خطير	ممتاز
نيترو غليسرين	الديناميت التجاري	٧٧٠٠	١,٥	خطير	جيد
س ٤	حشوات القطع حشوات التدمير	٨٠٠٠	١,٣٤	غير مؤثر	ممتاز
بنتريت	الفتيل الصاعق الصواعق حشوات التدمير	٨٣٠٠	١,٦٦	غير مؤثر	ممتاز
أر.دي.أكس	الصواعق المتفجرات المركبة	٨٣٥٠	١,٨	خطير	ممتاز

تصنيف المتفجرات

أولاً : من حيث حالة وجودها في الطبيعة (أي بعد تصنيعها) :-

١. صلبة : وإما أن تأتي حبيبات أو قوالب مضغوطة، مثل (TNT- ̊RDX- ترايل - ..)
٢. عجينية : مثل (C4- C3 – الهوكسجين – الجلجنيت – الديناميت ..) .
٣. سائلة : مثل نيتروجلسرين .
٤. غازية : مثل غاز الميثان .

ثانيا : حسب استخدامها :

تصنف المتفجرات حسب استخدامها ووظيفتها إلى مواد محرضة ، مواد قاصمة مواد دافعة ، مواد حارقة ، دخانية .

ثالثا : حسب تركيبها :-

تصنف المتفجرات حسب تركيبها أي بحسب المواد الداخلة في التفاعل ونوع التفاعل كما أشرنا أعلاه إلى مركبات كيميائية وخلائط فيزيائية .

رابعا : من حيث السرعة :-

ونقصد هنا بالسرعة أي سرعة المادة في التحول إلى الحالة الغازية .

١. بطيئة التحول :

ويكون تحول هذه المادة احتراقاً عادياً في الهواء الطلق وينفجر في حال ضغط المادة أو إشعال كمية كبيرة منها أو صعقها بواسطة صاعق عسكري في بعض المواد . وهو ما نسميه بالانفجار الميكانيكي وتصل سرعة الاحتراق إلى ١٠٠٠م/ث فما دون . ومن الأمثلة على المتفجرات بطيئة التحول :

نيتروسيليلوز تستخدم للدفع في الطلقات ، ولنقل الشعلة في الفتائل .

الكوردايت يوجد في الحشوة الدافعة لقذيفة (آر بي جي) .

البارود الصلب – للصواريخ .

الالستول ويستخدم للدفع في قذائف المدفعية .

وفي مجملها تستخدم كحشوات دافعة ، ويلعب النيتروسيليلوز دور أساسي فيها ، بل طورت الحشوات الدافعة ولا سيما للصواريخ. بإضافة مواد تزيد من فاعلية الحشوات الدافعة مكونة عدة أنواع لها .

أنواع الحشوات الدافعة :

- أحادية القاعدة: و يدخل في تركيبها النيتروسيليلوز.
- ثنائية القاعدة: ويدخل في تركيبها النيتروسيليلوز و النتروغلسرين
- ثلاثية القاعدة: ويدخل في تركيبها النيتروسيليلوز النتروغلسرين ومادة تحوي طاقة كبير مثل النتيروجيليكول H.M.X-RDX لا تزيد عن ٥% .
- رباعية القاعدة: ويدخل في تركيبها النيتروسيليلوز و مواد مؤكسدة تتكون من مواد بوليميرية رابطة كوقود.

وهناك حشوات دافعة سائلة مادة مؤكسدة مثل حمض النيتريك أو بيرو كسيد الهيدروجين أو الأكسجين أو غازات النيتروجين... ومادة مختزلة (الوقود) مثل الهيدرازين والكحول وغيرها من المواد سريعة الاشتعال.

٢. سريعة التحول :

- وهي المواد و الخلائط التي تتحول من الحالة التي تكون عليها إلى الحالية الغازية بسرعة كبيرة جداً تتراوح ما بين (١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ م/ث) تقريبا .
- وتقسم هذه المواد إلى ثلاثة أقسام حسب حساسيتها للمحرضات ، علما أن كل المواد المتفجرة في مجملها حساسة للمحرضات ولكن تتفاوت نسبة الحساسية من مادة إلى أخري ، ولا تعني الحساسية سرعة أكبر في التحول ، فمثلا نجد أن المواد النصف حساسة إجمالا أسرع من المواد الحساسة .

تصنيف المواد السريعة التحول :

- **مواد حساسة :**
- وهي المواد التي تكون حساسة لأي محرض خارجي مثل(فولمينات الزئبق - أزيد رصاص ...) وسرعتها تقريبا ٥٠٠٠م/ث .

*** مواد نصف حساسة :**

- وهي مواد تملك استقرار كيميائي نوعاً ما ولكنها حساسة للموجة الانفجارية ، وهي سريعة جداً من أسرع المواد المتفجرة ، مثل (R.D.X - بيتان – تترايل) تصل سرعتها تقريبا ٨٠٠٠-٩٠٠٠ م/ث .

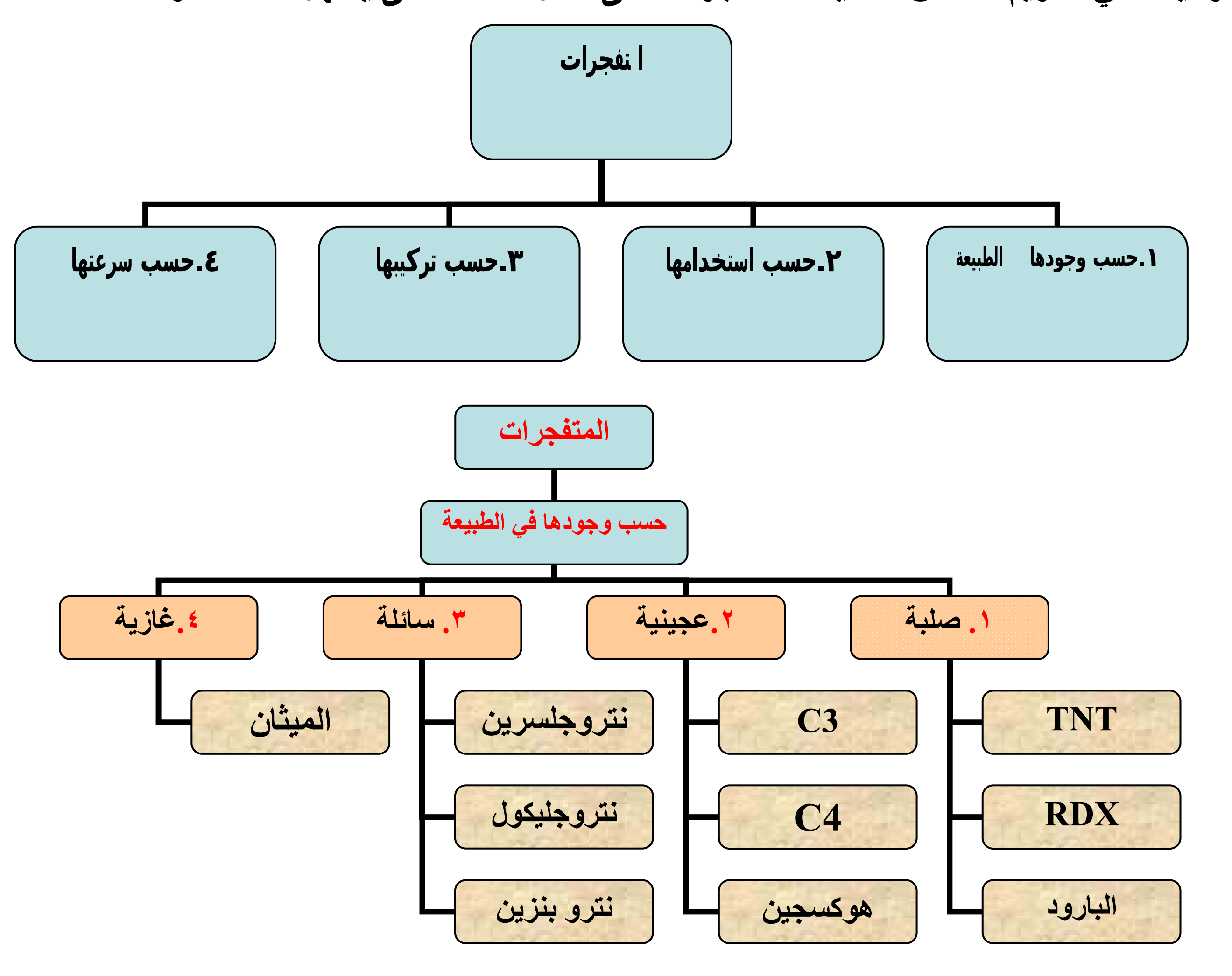
- **مواد ضعيفة الحساسية :**

- وهي مواد متفجرة تملك استقرار كيمائي حيث أنها لا تتأثر إلا بموجة انفجارية كافية لصعقها وهي آمنة نسبيا في التعامل معها ، مثل (TNT – C4 – C3 – الديناميت – الامونال ...) تصل سرعتها من ٤٠٠٠ إلى ٧٠٠٠ م/ث .

- هذا الجدول يوضح أنواع المواد وأماكن تواجدها في الآلة الحربية واستخدامات كل نوع منها

السرعة	نوع المادة	مجالات الاستفادة	وجودها
بطيئة	بارود ، كورادايت ، ألستول	قذف ، دفع ، نقل شعلة	في الطلقات ، في الفتائل الاشتعالية ، حشوات الدفع الصاروخية ، عبوات شعبية (أكواع)
سريعة	مواد حساسة	محرض للمواد المتفجرة	في الصواعق ، كبسولات الطلقات ، تدخل في تركيب بعض المواد ضعيفة الحساسية (ديناميت) ويمكن استخدامها كعبوة (ثلج أبيض) .
	نصف حساسة	نقل موجة انفجارية ، حشوات مساعدة	الفتائل الانفجارية ، الألغام الفردية والبحرية ، تدخل في تركيب بعض المواد مثل C4 حشوة مساعدة في الصواعق
	ضعيفة الحساسية	مادة متفجرة ، للتخريب والتدمير والقطع والخرق	فالرؤوس الحربية للصواريخ والقذائف ، في الألغام ، في القنابل ، في العبوات الناسفة .

وإليك أخي الكريم ملخص تصنيف المتفجرات على شكل مخطط حتى يسهل استحضارها :



- المتفجرات
  - حسب
    - محرضة
      - فولمنات
      - أزيد
    - قاصمة
      - TNT
      - C4
    - دافعة
      - د دخاني
      - دخاني لا
    - حارقة
      - دخانية
        - قنابل
        - قنابل
      - الثرميت
      - النابالم

- المتفجرات
  - حسب تركيبها
    - مركبات كيميائية
      - TNT
      - نتروجلسكول
    - خلائط فيزيائية
      - البارود الأسود
      - متفجر الأمونال



قال رسول الله $: (ما اغبرت قدما عبد في سبيل الله فتمسه النار)



- **حسب سرعتها**
  - **بطيئة التحول**
    - البارود الدخاني
      - البارود الأسود
    - البارود اللادخاني
      - الكروداية
      - نتروسيليلوز
  - **سريعة التحول**
    - حساسة
      - فولمنات الزئبق
      - أزيد الرصاص
      - بيروكسيد الأسيتون
    - نصف حساسة
      - RDX
      - بيتان
      - تترايل
    - ضعيفة
      - TNT
      - نتروجليكول
      - متفجر الأمونال



قال ﷺ : إن أرواح الشهداء في جوف طير خضر لها قناديل معلقة بالعرش ، تسرح من الجنة حيث شاءت ثـم تأوي إلى تلك القناديل فاطلع إليهـم ربهـم إطلاعه فقال : هل تشتهون شيئًا ؟ فقالوا : أي شيء نشتهي ونحن نسرح من الجنة حيث شئنا ، ففعل بهـم ذلك ثلاث مرات ، فلما



عملية الانفجار

الاحتراق:

تحترق أكثر المواد المتفجرة عندما تتعرض لمؤثر حراري (اللهب - التسخين...). وتتغير سرعة الاحتراق بتغير الضغط فكل ازدياد في الضغط يؤدي إلى ازدياد في تدفق الحرارة و بالتالي إلى زيادة سرعة الاحتراق.

فالمواد الدافعة تحترق في الهواء بسرعة ٥ م/ث ولكن عندما يزداد الضغط في غرفة الاحتراق لأي سلاح (خرطوشة - مدفع - صاروخ ...) فإن السرعة قد تصل إلى ٤٠٠ م/ث. كذلك الأمر عندما تحترق مادة متفجرة في وعاء محكم الإغلاق فإن الغازات الناتجة لا تستطيع التسرب بسهولة مما يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ في الضغط يولد ذبذبة على سطح الاحتراق هذه الذبذبة ترفع من سرعة الاحتراق إلى ما فوق سرعة الصوت الأمر الذي يؤدي إلى حدوث الانفجار. عدا عن الضغط المرتفع الذي يعتبر عاملاً أساسياً في عملية تحول الاحتراق إلى انفجار يشكل التسخين المسبق للمادة المحترقة عاملاً مهماً أيضاً.

الانفجار: يتميز الانفجار بالخصائص التالية:

الموجة الانفجارية المنتقلة خلال المادة (٢٠٠٠ - ٩٠٠٠ كلم/ث).

السرعة الكبيرة التي يتم بها التفاعل مقارنة بالاحتراق.

ويحدث الانفجار من خلال إحدى الطرق التالية:

عند احتراق مادة متفجرة في وعاء محكم الإغلاق فإن الغازات الناتجة لا تستطيع الخروج بسهولة الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع كبير في الضغط عند سطح الاحتراق يولد ذبذبة تزيد من سرعة الاحتراق إلى أن تصل إلى سرعة الصوت عند ذلك تتكون موجة صادمة (الموجة الانفجارية) ويتم الانفجار.

عند احتراق كمية كبيرة من المواد المتفجرة كالديناميت مثلا فإن الاحتراق يتحول إلى انفجار.

هناك مواد شديدة الحساسية بمجرد تعرضها للهب يتحول احتراقها إلى انفجار (المواد البادئة).

عندما تنتقل الموجة الانفجارية خلال المادة المتفجرة.

إذا كانت الصدمة الأولية قوية و كافية فإنها بحركة موجية تعرف بالموجة الانفجارية و التي تؤثر في جميع كتلة المادة المتفجرة بدلا من اقتصارها على السطح.

أما إذا كانت الصدمة الأولية ضعيفة جدا وكان هناك ظروف غير مواتية (حاجز قوي - رطوبة...) فإن اختراق الموجة الصادمة يكف عن التسارع و ينتهي في الخارج دون أي تأثير أو تغيير في المادة المتفجرة المستقبلة.

من هنا فإن تحلل المواد المتفجرة يتم عبر طريقتين أساسيتين: الاحتراق والانفجار، تتميزان عن بعضهما بسرعة التفاعل أو بالوقت الذي يستغرقه كل منهما.

وهكذا عندما نريد الحصول على تأثيرات دفع باستخدام مادة متفجرة، علينا أن نجعلها تحترق احتراقا. أما عندما نريد الحصول على تأثيرات تدميرية فمن الضروري تفكيكها على شكل انفجار...

كيف يتم هذا التحول:

تتضمن المواد المتفجرة مصدرا للأوكسجين (كعامل مؤكسد) ووقودا (كعامل مختزل) وهذان العاملان إما أن يكونا على شكل مواد كيميائية منفصلة بعضها عن بعض وإما أن يكونا في نفس المادة الواحدة، وعندما تتعرض هذه المواد الكيميائية للحرارة، ينتج عن ذلك انتقال إلكتروني أو ما يسمى بتفاعل الاختزال والأكسدة. حيث تخسر ذرات الوقود الإلكترونات لتكسبها ذرات العامل المؤكسد. وترتبط خلال عملية التفاعل ذرات الوقود بذرات الأكسيجين المنطلقة من التفاعل المؤكسد لتكون منتجات للتفاعل ثابتة مستقرة وتكون الروابط الكيميائية الجديدة المتشكلة أكثر ثباتا مما يؤدي إلى تحرر طاقة على شكل حرارة كما يحدث في عمليات الاحتراق العادية.

و يتعرض الخليط الصلب إلى تفاعل سطحي بطيء تتحكم فيه عملية الانتشار (diffusion) وعندما تشتعل مكونات الخليط تبدأ بالتحول إلى الحالة السائلة ومن ثم إلى الحالة الغازية في اللهب مما يؤدي إلى تمازج شديد بين الوقود والعامل المؤكسد وبالتالي إلى زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية وتحرر متلاحق للطاقة.

يبلغ التفاعل ذروته عندما يمتزج العامل المؤكسد مع الوقود على مستوى الذرات وعندما يكون العامل المؤكسد المتقبل للإلكترون في موقع مجاور مباشرة لذرة أو أيون الوقود المانح للإلكترون عند بدء التفاعل.

تبدأ عملية الاشتعال عندما تؤدي طاقة من مصدر ما مثل اللهب أو الاحتكاك أو الارتطام أو شرارة أو ارتفاع درجة الحرارة إلى تحطيم الروابط الكيميائية ونتيجة لذلك تتكون روابط أكثر استقراراً وثباتا وتتحرر كمية من الطاقة و إذا كانت الطاقة المتحررة كافية لتنشيط الطبقة التالية من الخليط يستمر التفاعل أما إذا جرى امتصاصها من المواد المحيطة بها أو إذا كانت غير كافية لتنشيط الطبقة التالية فإن التفاعل يتوقف.

تأثير الأوكسجين على سير التفاعل:

من خلال ما تقدم في الفقرة السابقة يتبين لنا:

إن النسبة المئوية للأوكسجين الذي يدخل في التركيب المئوي للمادة المتفجرة أهمية في التأثير على الطاقة الحرارية للانفجار.

تكون سرعة الانفجار مستقلة عن الأوكسجين.

لا تؤثر النسبة المئوية للأوكسجين كرقم مطلق بل يؤثر أيضاً البنية أو الموضع الذي يشغله الأوكسجين في الجزيء بالنسبة للوقود (الكربون، الهيدروجين...). فمثلاً إيزوسيانات الزئبق وفلمنات الزئبق لهما نفس التركيب المئوي غير أن الأول معقم والثاني بادئ كثير الحساسية.

الفرق بين الانفجار والاحتراق :

الاحتراق: هو تفاعل سطحي يحتاج عادة إلى عنصرين (مؤكسد ووقود) وعامل محفز (شعلة) . وفي المواد الاشتعالية والمتفجرة المستخدمة في المجال العسكري يكون المؤكسد والوقود في نفس المادة أو الخليط ولذلك لا تحتاج إلى الهواء أو أي مؤكسد آخر لتشتعل .

وبعبارة أخرى هو عملية تسخين بطيء للمادة إلى أن تصل لدرجة الاشتعال الخاصة بها ، ويتم هذا الاحتراق خلال فترة زمنية طويلة نسبيا مقارنة مع سرعة الانفجار ، ولا يصاحب هذا الاحتراق دوي في الظروف الطبيعية ، أي دون تعريض المادة إلى ضغط أو حصر في جو مغلق . فإذا كان سرعة احتراق المادة أكثر من ١١٠٠ متر في الثانية تسمى مادة متفجرة ، وإذا كانت سرعة الاحتراق أقل تسمى مادة محترقة .

بينما الانفجار عكس ذلك حيث أن الانفجار هو انطلاق مفاجئ للطاقة خلال جزء من الثانية ، يكون بانتقال موجة الصدم داخل المادة المتفجرة بسرعة عالية جدا أكثر من ٢٠٠٠ متر في الثانية مما يؤدي إلى إصدار طاقة (حرارة ، ضغط) عالية وبوقت قصير جدا (٠,٠٠١ ثانية) ، حيث أن نفس عملية الانفجار تولد موجات صدم تنتقل في الهواء أو في مادة متفجرة مجاورة .

فكلما كان سريان موجة الصدم في المادة المتفجرة أعلى ، كلما كان إنتاج الطاقة بشكل أسرع وتكون بذلك قدرة الانفجار و الضغط الناتج أو الصدمة الناتجة في الهواء أعلى .

وسرعة سريان موجة الصدم تعتمد على نفس تركيبة المادة المتفجرة وتعتمد أيضا على كثافة المادة المتفجرة .

الصدمة المنتقلة في الهواء تعتمد على نفس نوعية المادة وبشكل أكبر على كمية وكثافة المادة المتفجرة . وتضعف الصدمة الانفجارية مع المسافة بشكل كبير . كما يتصف الانفجار بالقدرة العالية على إنتاج إحجام هائلة من الغازات و دوي عالي يصاحبه حرارة عالية تصل إلى ٤٠٠٠درجة مئوية.

أنواع الانفجار :

ينقسم الانفجار إلى ٣ أنواع رئيسية :

١. الانفجار الميكانيكي :

وهو انفجار ناتج عن ازدياد الضغط في حيز مغلق (تحويل الطاقة) ، كوضع البارود في كوع مثلا أو أي حيز مغلق ، فعند إشعال البارود فسيحدث انفجار يشظي الكوع ، بينما لو أشعلنا نفس الكمية من البارود في الهواء الطلق فسنشاهد احتراق بطيء للبارود .

٢. الانفجار الكيميائي :

وهو تحول المادة المتفجرة إلى غازات نتيجة تفاعل للمواد مع بعضها في ظروف معينة .

٣. الانفجار النووي :

وهو عملية انشطار (مبدأ القنبلة النووية) أو اندماج (مبدأ القنبلة الهيدروجينية) الذرة في المادة المتفجرة يصاحبها انتشار هائل للحرارة وغازات بكميات هائلة .

الآثار الرئيسية الناتجة عن الانفجار :

١.الضغط . ٢. التدمير. ٣. الحرارة و الاحتراق .

١. <u>الضغط :</u>

وهو ناتج عن التحول المفاجئ للمادة المتفجرة إلى الحالة الغازية خلال فترة زمنية قياسية . حيث تنتج المادة كمية من الغاز تقدر من ١٠,٠٠٠ إلى ١٥,٠٠٠ ضعف من حجم المادة المتفجرة قبل انفجارها ، وبسرعة عالية تصل إلى ٨٠٠٠ متر / الثانية ، منتجة ضغط متزايد ، يجعل الأشياء المحيطة تتعرض لضغط ميكانيكي قوي ومؤثر ، وهذا ما يعلل القدرة العالية للمادة المتفجرة على التدمير وقذف الأشياء مسافات بعيدة ، ويقاس بوحدة الضغط وهي البار ويعادل البار حوالي ١ كغم / سم٢ ويصل هذا الضغط إلى (١٠٨,٥) طن على السنتيمتر المربع . ونعني بسرعة الانفجار : هي سرعة تحول المادة المتفجرة إلى الحالة الغازية وتقاس ب متر/ ثانية . ويكون لهذا الضغط طورين الإيجابي والسلبي .

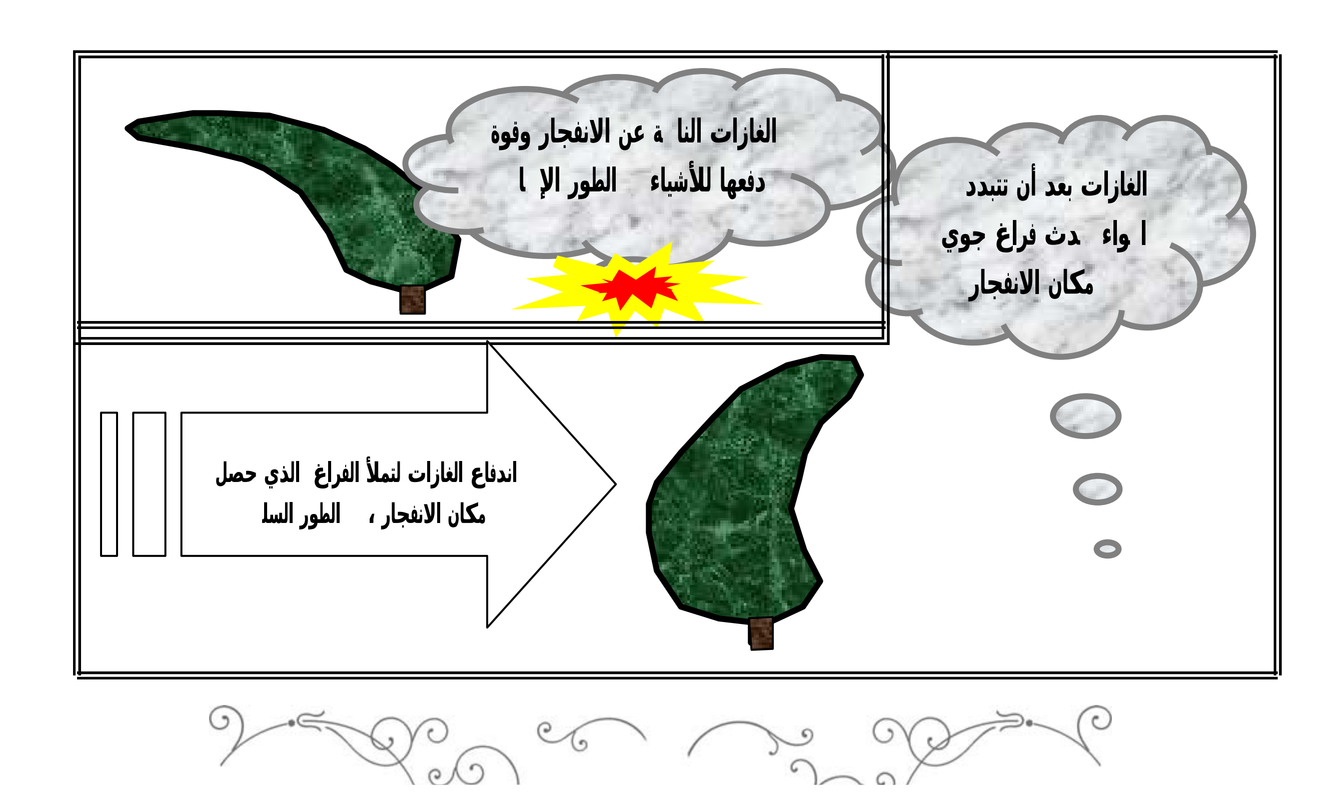
أطوار الانفجار :

١. الطور الإيجابي :

وهو الذي يحصل عند اللحظة الأولى للانفجار بسبب الغازات الناتجة عن الانفجار والتي تشكل موجة ضغط كبيرة تؤثر على الأجسام المحيطة والهواء من حولها حيث تدفع بها إلى خارج بؤرة الانفجار منتجة أثرا تدميريا وخلخلة وفراغ في الهواء الجوي ، وهو أقوى من الطور السلبي .

٢. الطور السلبي :

والذي يتولد نتيجة معادلة الضغط الجوي نفسه بعد انتهاء تأثير الطور الإيجابي ، حيث يعود الهواء لمكان الفراغ الذي أحدثه الانفجار من أجل التعادل ، ويكون الطور السبي أضعف من الطور الإيجابي من حيث القوة والسرعة ، حيث تصل قوة الطور الإيجابي إلى ضعف قوة الطور السلبي وزمنه تصل إلى ثلث زمن الطور السلبي تقريبا . و نتيجة هذين الطورين التفريغ ومعادلة الضغط نسمع الصوت الهائل (الدوي) والذي يسمى انفجار .



قال رسول الله $: (ما خالط قلب امرئ رهج في سبيل الله إلا حرم الله عليه النار)

٢. التدمير :

عبارة عن الآثار الناتجة عن الموجة الانفجارية على هدف ما . والتي تكون على صورة صدمة مصاحبة للضغط والحرارة تنتشر على أطراف مكان الانفجار . ينتج عن هذا الانفجار تمدد عنيف ولحظي للغازات ، وبحسب الوسط يزدادا أو يقل التأثير ، فعلى سبيل المثال إذا وضعنا عبوة معينة في الهواء الطلق سيكون تأثيرها التدميري أضعف مما لو وضعناها في وسط محصور ، علما أن مسافة انتقال الموجة في الهواء الطلق ستكون كبيرة وذلك لقابلية جزيئات الهواء للتضاغط .

فمثلا إذا قمنا بدفن عبوة في الأرض سيكون التأثير فيها أعنف لأن قابليتها للتضاغط ضعيفة جدا وبالتالي لا يحدث تبدد للموجة كما هو في الهواء الطلق ، و الأعنف إذا وضعناها في الماء لأن الماء غير قابل للتضاغط وبالتالي سيؤدي إلى آثار أكبر ولمساحة أوسع وستنتقل الصدمة فيه بسرعة ولمسافة أبعد .

ومقدار التدمير التي تحدثه المادة المتفجرة في وسط ما هو ما نطلق عليه بقدرة الانفجار . وتقاس قدرة الانفجار بالنسبة لقدرة T.N.T = ١ فمثلا قدرة مادة C4 = ١,٤ (أي أن قدرة C4 تعادل مرة ونصف تقريبا من مادة T.N.T) .

٣. الحرارة والاحتراق :

لكل مادة ناتج من الحرارة يتفاوت عن المادة الأخرى ويلعب دور أساسي في ذلك مكونات كل مادة و كثافتها وكميتها والتي تؤثر على سرعة الانفجار وبالتالي علي الوسط المحيط ، حيث تصل درجة الحرارة ٣٠٠٠-٤٠٠٠ درجة مئوية ، وتعتبر جزء أساسي من مكونات الطاقة التي يصدرها الانفجار والتي تقاس بمقدار الحرارة وحجم الغازات الناتجة وسرعتها .

الآثار الثانوية للانفجار :

- ✓ الانعكاس : وهو الارتداد الموجي الناجم عن اصطدام الموجة الانفجارية في حواجز معينة كارتداد الضوء تقريبا .

- ✓ الاحتراق : وهو نتيجة الحرارة الهائلة الناتجة عن الانفجار وحتى نلحظ ذلك لا بد من وجود مواد قابلة للاشتعال بنفس الحرارة الناتجة من الانفجار كاسطوانات الغاز وخزانات الوقود .

- ✓ التشظي : في حال وجود شظايا حول المادة المتفجرة أو معادن قريبة من المادة المتفجرة ، ونتيجة للضغط الهائل فان الشظايا تنطلق بسرعة الغازات الناتجة والتي قد تصل سرعتها إلى ٧٠٠٠م/ث علما أن الخطر المنبعث من انتشار الشظايا من التفجيرات هي اكبر بكثير من الأثر الناسف للعبوة. والارتفاع في ضغط الهواء نتيجة الانفجار لا يشكل خطرا إلا في الحالات التي يكون فيها الشخص قريبا من العبوة . أما الشظايا المنبعثة فقد تكون مميتة حتى على مسافات بعيدة . لذا يجب أخذ حيطة إضافية عند تفجير عبوات تحتوي على شظايا أو تلك التي تكون مزروعة بين أجسام قابلة أن تتحول إلى شظايا.

الموجة الانفجارية

أهمية دراسة الموجة الانفجارية :

لمعرفة أهمية دراسة الموجة الانفجارية نذكر ببعض الفوائد :

- تمكن من استخدام وتوظيف المتفجرات لمختلف الأهداف وملاءمتها للهدف (أفراد ، آليات ، منشآت) بمختلف الظروف .
- الحصول على خصائص مناسبة للمادة المتفجرة عن طريق تصنيعها أو عمل الخلائط المناسبة لتلاءم الهدف .
- تشكيل العبوات .
- توجيه الانفجار.
- دراسة أثر الانفجار قبل حدوثه .
- تحليل أثر الانفجار بعد وقوعه .

الموجة الانفجارية :

هي الغازات الناتجة والمتشكلة عن الانفجار والتي تؤدي إلى انقطاع وخلل مفاجئين في الخصائص الفيزيائية للمحيط نتيجة السرعة القصوى التي يتم بها التفاعل الانفجاري وما ينتج عنها من (صدمة ، ضغط ، درجة الحرارة ، ....).

تأخذ الموجة الانفجارية شكل كرة مركزها عند مركز التفجير، لذلك تظهر في الحشوات الأسطوانية وكأنها مسطحة أو ذات سطح محدب.

وهناك مرحلتين يتغير عندهما شكل الموجة:

المرحلة الأولى: خلال انتقال الموجة داخل الحشوة من خلال سطح داخلي بين نوعين مختلفين من المواد المتفجرة (بين صاعق وحشوة) وهذا ما يعرف بالعدسة المتفجرة.

المرحلة الثانية: خلال انتقال الموجة إلى خارج الحشوة أي انتقال الموجة من المادة إلى الهواء.

العوامل التي تؤثر على تولد الموجة الانفجارية مرتبطة بـ:

١. الصدمة الأولية : وتسمى بالمحرضات الخارجية وقد سبق ذكرها.
٢. حساسية المادة المتفجرة : مدى استجابة المادة المتفجرة للمحرض الخارجي .
٣. السرعة الهائلة للتفاعل : سرعة انتقال الموجة الانفجارية داخل المادة أو سرعة تحول المادة إلى غاز. حيث أن سرعة الموجة الانفجارية المنتقلة خلال المادة (٢٠٠٠ - ٩٠٠٠ م/ث).

العوامل التي تؤثر على شكل الموجة الانفجارية ترتبط بـ:

١- نوع وشكل المادة المتفجرة .

٢- سرعة انتقال الموجة الانفجارية بين (المحرض والمادة أو المحرض والمادة المساعدة والمادة الرئيسية أو بين المادة والمحيط).

٣- نوعية الصاعق ومكان وضعه .

٤- شكل الحاجز بين المادتين الانفجاريتين أو بين المادة المتفجرة والمحيط .

٥- نوعية الحاجز (النوع ، الحالة ، الحجم ، السماكة ، المسافة بينه وبين المادة ،الشكل ..)

خصائص الموجة الانفجارية :

١. تخرج على شكل موجات :

هذا ما نلحظه في المحيط الذي تكون جزيئاته قابلة للانضغاط مثل الهواء والماء ، ويمكن تشبيه ذلك بالحجر الذي يسقط من أعلى في الماء سقوطا حرا . فكلما كان الحجر كبير كانت الحلقة الأولى من الموجة صغيرة نسبيا والمسافة بين الحلقات الأخرى كبيرة ، وإذا ما قذفنا نفس الحجر من نفس الارتفاع ولكن بسرعة أكبر فإننا نشاهد أن الحلقة الأولى كبيرة والمسافة بين بقية الحلقات الأخرى صغيرة .

٢. تضمحل وتتلاشى :

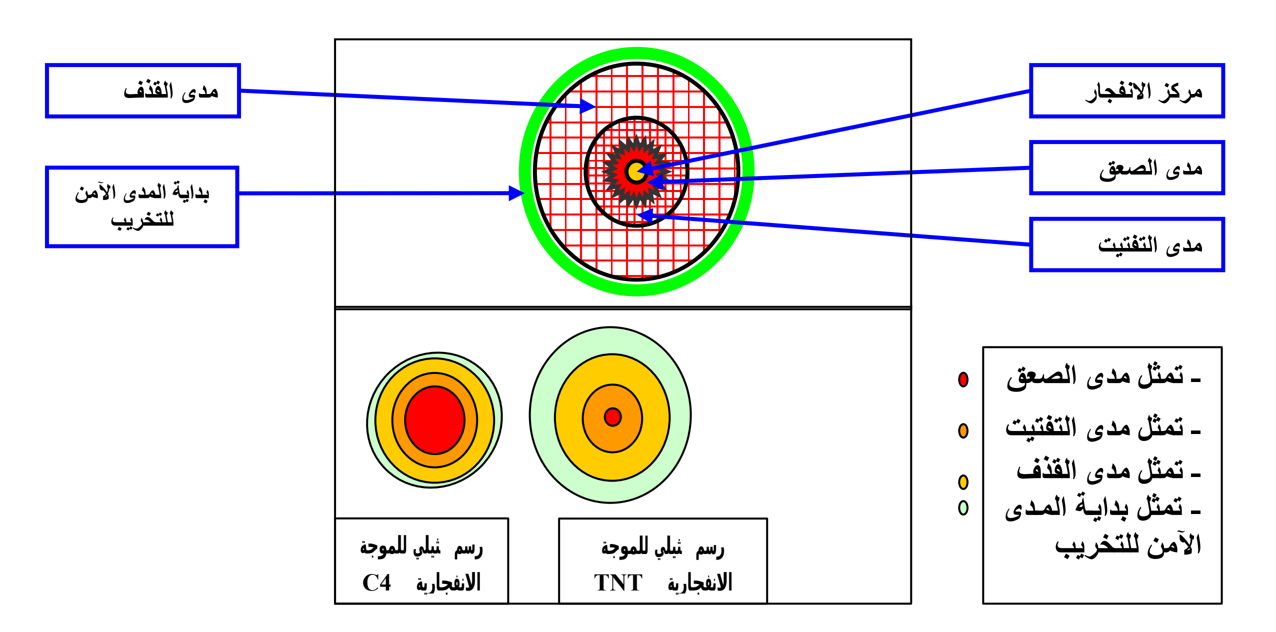
عند حدوث الانفجار فان أقوى نقطة لأثر التفجير تكون في مركز الانفجار وكلما ابتعدنا عن المركز نلحظ ضعف التأثير ، مما يؤدي هذا التفاوت إلى تشكيل حلقات حول مركز الانفجار تختلف في تأثيرها على المحيط .

- فالحلقة الأولى تمثل دائرة الصعق بالنسبة للمتفجرات وفي الغالب نشاهد أثر لانصهار جزء من المعدن المتواجد في المحيط وانصعاق أي مادة تقع ضمن هذه الدائرة ويسمى مدى الصعق أو مدى التخريب الكامل .
- وفي الحلقة الثانية التي تمثل دائرة التفتيت نلاحظ أن الأجسام الموجودة في هذه الدائرة تكون مجزأة ومقذوفة ويسمى مدى التفتيت .
- بينما في الحلقة الثالثة نلاحظ أن الأجسام محافظة على شكلها إلى حد ما ومقذوفة بعيدا عن مركز الانفجار ويسمى مدى القذف .
- بعد ذلك لا نلحظ أي أثر للانفجار بمعنى أثر الموجة الانفجارية عندها = صفر ويسمى بالمدى الآمن للتخريب .

علما أن هذه الحلقات تتشكل في اللحظة الأولى للانفجار ويتفاوت شكل هذه الحلقات بحسب المادة المتفجرة (حجم ، نوع ، سرعة) .



قال ﷺ : أي القتل أفضل ؟ قال : من أريق دمه وعقر جواده في سبيل الله

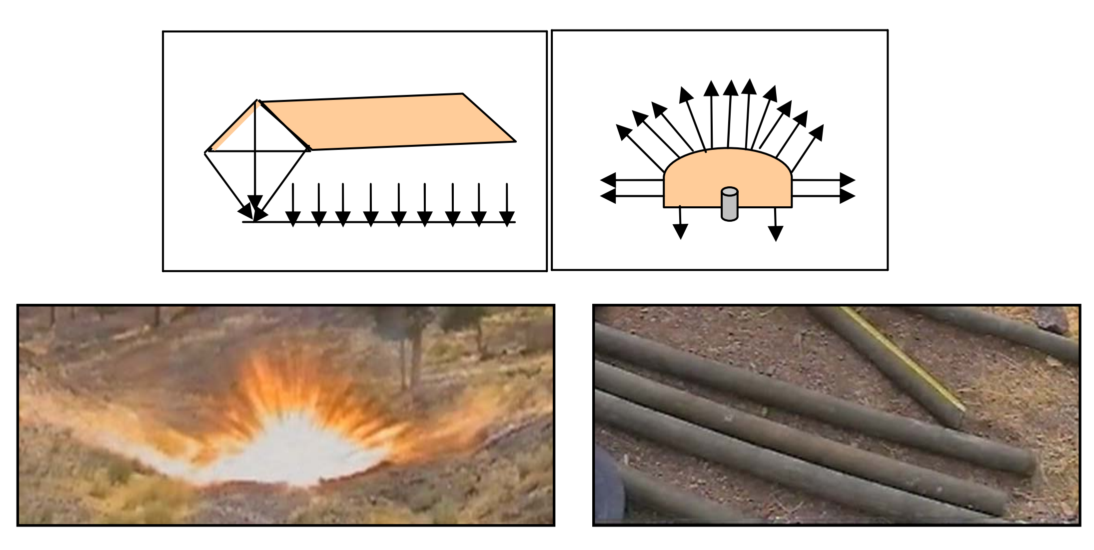


فكلما كانت المادة بطيئة كان تأثيرها في الوسط أكبر من حيث التدمير وذلك لأنها تسمح لتردد الموجة أن يؤثر مدة أكبر في الهدف ، كما لو كانت المادة سريعة كان تأثيرها في الوسط المحيط من حيث القطع أكبر ، فمثلا خلائط نترات الأمونيوم وTNT يفضل استخدامها في تدمير المنشآت والحفر ، بينما C4 تستخدم في قطع المعادن وفي العبوات ذات الشظايا لإكسابها سرعة أكبر وكحشوات مساعدة لسرعتها ولكبر حجم دائرة الصعق لها.

ولتقريب الصورة نلاحظ عند قذف حجر على زجاج فانه يهشمه ويحطم جزء كبير منه ، بينما عند إطلاق رصاصة فإنها تثقب الزجاج ولا تهشمه .

٣.تخرج بشكل متعامد عن سطح المادة المتفجرة :-

عند تشكيل المادة المتفجرة بعدة أشكال فإننا نلاحظ أن الموجة الانفجارية تتشكل بتشكل المادة ، ولذلك تتنوع الأشكال بحسب الهدف والمراد من عملية التفجير ، فمثلا في عبوة الخرق فإننا نلتزم بالحشوة الجوفاء مخروطية الشكل ، ولو أردنا فتح ثغرة في حقل ألغام أو أسلاك شائكة فإننا نلجأ إلى الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور) ، ولو أردنا تفجير عبوة متشظية في وسط مارة فانه يفضل اللجوء إلى العبوة الاسطوانية الشكل ..وهكذا. فلمعرفة أثر انفجار أي عبوة نتخيل أننا نقوم بعملية تكبير لنفس شكل العبوة وهذا الأمر نلحظ أثره على مسافة أبعد قليلا من مركز التفجير ولاسيما عند استخدام الشظايا أو حشوات القطع والخرق ، لأن مركز الانفجار القريب يكون على شكل حلقة تقريبا .

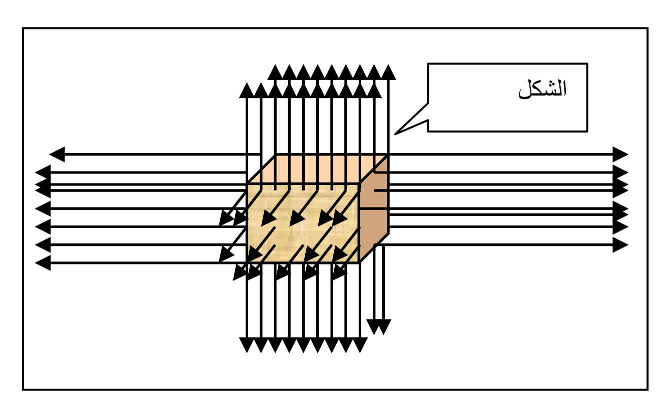


شكل انتشار انفجار الحشوة المتطاولة (لغم بنجالور)

٤. تتناسب طرديا مع حجم المادة المتفجرة :

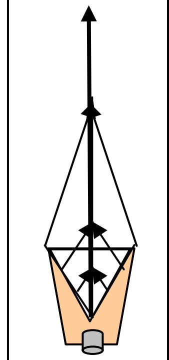
أي كلما زادت سماكة أو طول أو عرض أو قطر .. المادة المتفجرة زادت قوة ومدى الموجة الانفجارية بالاتجاه الذي تكون فيه المادة أكبر .

علما أنه إذا كان سطح المادة المتفجرة عريض وليس لديه سماكة مثلا فإننا سنلحظ حجم التأثير على مساحة الهدف أكبر ولكنه ضعيف وليس عميق كما هو موضح في الشكل التوضيحي .



بمعنى آخر إذا أردنا دفع الشظايا لمدى أبعد فعلينا أن نسمك المادة المتفجرة خلفها بالقدر الذي يحافظ على شكل الشظية ولا يفتتها . وإذا أردنا تدمير هدف فيجب علينا مراعاة شكل الهدف وحجمه لاختيار الشكل والحجم المناسب للمادة المتفجرة اللازمة لتدميره أو إعطابه .حيث نلاحظ اختلاف أثر كمية محددة من المادة المتفجرة على هدف معين باختلاف شكلها .

٥. تتقوى :



بمعنى أن الموجة الانفجارية تتعاضد مع موجة أخرى لتتضاعف بذلك قوتها عند توجيهها على نقطة محددة .

ونلحظ ذلك جليا في عبوات الخرق حيث أن الموجات تتعاضد لتتقوى مما يؤدي إلى زيادة التأثير على الهدف وتعميق الخرق فيه ، علما أن تفجير نفس الكمية من المادة دون الاستفادة من هذه الخاصية لا يكاد يحدث أي أثر يذكر في التصفيح . ونلحظ أثر ذلك أيضا في سلسلة التفجير عند استخدام أكثر من مادة في عبوة واحدة فعند عدم مراعاة قواعد سلسلة التفجير فان اختلاف سرعات المادة يؤدي إضعاف الموجة في حين مراعاة القواعد يعني زيادة قوة الموجة الانفجارية.

٦. تتكسر :

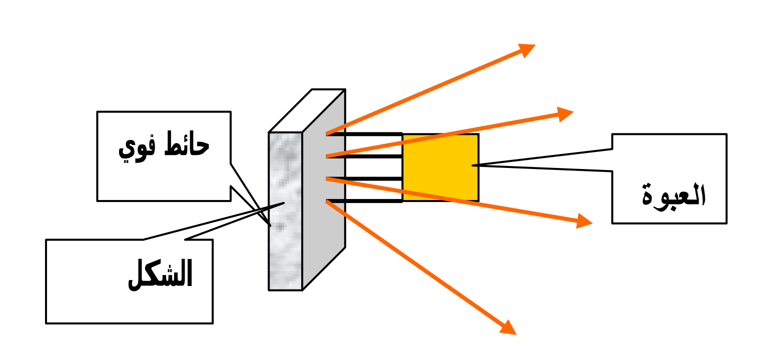
عند اصطدام موجتين انفجاريتين متضادتين فإنهما يضعف كل منهما الآخر . وكأي خاصية يمكن أن توظف للاستفادة منها ايجابيا وتجنب السلبيات .
مثلا فعند تفجير عبوتين متماثلتين (لهما نفس المواصفات) باتجاهين متضادتين على بعد مسافة متساوية من الهدف فان منطقة التقاء الموجتين تشكل قمة العصف الموجي ويكون فيها التأثير التدميري أقوى ما يكون ، ويستفاد من ذلك في الاغتيالات أو تفجير عبوات كبيرة عن طريق وضع صاعقين متضادين ، أو توجيه الموجة الانفجارية كما في العبوة الاسطوانية عند وضع صاعقين متضادين طوليا مما يؤدي إلى توجيه الموجة الرئيسي باتجاه أفقي بدل أن يكون عامودي وهكذا .

٧.العدوى :

هو إنصعاق مادة متفجرة نتيجة وقوعها في مدى الصعق لمادة منفجرة . حيث أنه في اللحظة الأولى تبدأ بتشكل عدة دوائر مختلفة التأثير نتيجة تناقص قوة الضغط الناتج .
لذا لحصول العدوى يجب أن تكون الصدمة الانفجارية الناتجة عن الانفجار كافية لتوليد الطاقة الكافية لبدء الانفجار وجعله ذاتي الانتشار . وكما أسلفنا أن توليد الموجة الانفجارية يعتمد على الصدمة الأولية ، حساسية المادة المتفجرة ، سرعة الانفجار الداخلية والخارجية ، المسافة بين المادتين ، ونوع الوسط .
علما أنه يمكن تفجير مادة تبعد عدة أمتار عن مادة منفجرة بواسطة تركيز وتوجيه الموجة الانفجارية .
ولا يشترط في العدوى أن تكون هناك مادتين مختلفتين ومسافة بينهما ، بل يمكن أن تكون من نفس المادة حيث أن الانفجار في المادة الواحدة هو انفجار تدريجي سريع فإذا كان هناك أي شائبة كرطوبة أو عدم انتظام في سلسة التفجير وغيرها من العوامل يمكن لجزء من المادة أن لا ينفجر وبذلك لا تتحقق مسألة العدوى في نفس المادة ويتضح هذا الأثر جليا في العبوات الكبيرة .
تم تجربة تفجير خط من قوالب TNT بطول (١٢٠)سم من بواسطة صاعق نظامي ،خط طولي ١٢ قالب ووضع قالب منفرد على بعد ١٥ سم من رأس الخط وعلى نفس المسافة قالب آخر منفرد على جانب الخط فانفجرت جميع القوالب .

٨. الانعكاس :

ونقصد به ارتداد الموجة الانفجارية عن سطح ما ويعتمد انعكاس الموجة الانفجارية على ثلاث عوامل رئيسية :



- العبوة : فبحسب نوع وشكل وتوجيه العبوة يحدد مدى قوة وتركيز الموجة وبالتالي يحدد حجم التأثير و الارتداد.
- الوسط : بحسب نوع الوسط صلب ، سائل ، غاز ، حجم الإغلاق أو الحصر والمسافة بين العبوة والهدف يحدد حجم التأثير والارتداد أيضا .
- الهدف : كذلك بحسب طبيعة الهدف (أفراد – آليات – منشآت) ونوع ، شكل ، سماكة .... يحدد حجم التأثير والارتداد.

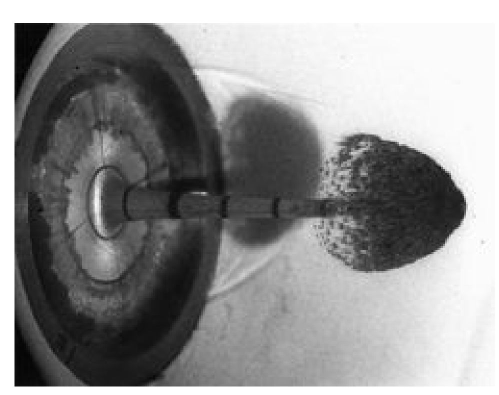
الانعكاس بمفهومه العام ارتداد جزء من الموجة عن سطح ما بمعنى ضياع جزء من الموجة أي أن النتيجة سلبية ، ولكن إذا علمنا كيفية توظيفها فإنها تتحول إلى خاصية ايجابية يستفاد منها في زيادة تأثير الانفجار ، كالاستفادة من الانفجار في حيز مغلق وذلك للاستفادة من تضاغط الهواء الموجود ، وكذلك الاستفادة من الطاقة المرتدة والمحصورة داخل هذا الحيز بدل أن تتبدد في الهواء.

وعند سماع أن زجاج مبنى معين على مسافة كذا قد تحطم فان ذلك يكون غالبا ناتج عن انعكاس الموجة الانفجارية وتضاغط جزيئات الهواء.

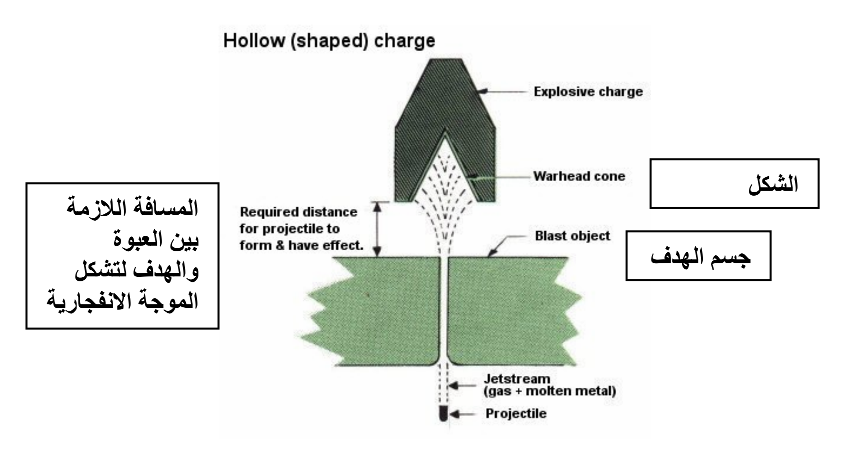
٩. لديها قابلية التشكل والتوجيه :

الموجة الانفجارية وكأي موجة يمكن لها أن تشكل وتوجه بحسب شكل المادة المتفجرة ومكان توضع الصاعق كعاملين رئيسيين ، وبناءا على هذين العاملين يمكننا التحكم بشكل الموجة الانفجارية الناتجة وبالتالي التحكم في وظيفة هذه العبوة بالاستفادة من هذه الخاصية والخواص السابقة

.



صورة توضح بداية تشكل الموجة الانفجارية اتجاه الهدف



صورة توضح كيفية اختراق الموجة الانفجارية للهدف

انتقال الموجة الانفجارية: عند ظهور الموجة الانفجارية تنشأ بؤر ساخنة وضغط مرتفع الأمر الذي يسهل إستمرار التفاعل حيث ينتشر قسم صغير من طاقة الموجة الإنفجارية في المادة لينقل الإنحلال من طبقة إلى طبقة أخرى وينشأ الإنفجار وينتقل القسم الأكبر المتبقي من الطاقة في المحيط ليدمره.

تتجاوز سرعة الموجة الإنفجارية سرعة الأمواج الصوتية فتضغط الهواء بشدة محدثة دوياً عالياً.

وتكون الموجة الإنفجارية أكثر حدة (قوة) بإتجاه التفاعل عنه في الإتجاه المعاكس.

تأثير الانفجار على المحيط:

إن التأثيرات التي يعانيها وسط مقاوم عندما تعمل فيه المتفجرات هي الاجتثاث والتجزئة والقذف. وهي نتيجة تأثير ضغط الغازات وضغط الموجة الانفجارية.
فالغازات الناتجة عن الانفجار تتمدد بسرعة بتأثير الحرارة العالية المرافقة لها ونظراً للوقت القصير الذي يتم فيه التمدد فإن الغازات تندفع في جميع الاتجاهات بضغط كبير مسببة صدمة قوية مفاجأة لذرات الوسط المجاور. بالإضافة إلى تأثير ضغط الغازات فإن ضغط الموجة الانفجارية يكسبان ذرات الوسط المحيط سرعة ابتدائية كبيرة ينتج عنها انفصال الذرات مسببة التخريب.
إن التأثير التدميري للانفجار تحت الماء ناتج من جهة عن انتقال الماء من جراء التولد العنيف للغاز تحت ضغط عال ومن جهة أخرى تحت تأثير ضغط الموجة الانفجارية الكافي لتدمير أو إعطاب سفينة أو تدمير رصيف بحري. ويقدر الضغط في الماء عشرات المرات عنه في الهواء على نفس المسافة وذلك نتيجة عدم قابلية الماء للانضغاط.
تقلل العوائق كثيراً من تأثير الانفجار على البعد. ويكون تأثير الانفجار خلف عائق مقاوم أكبر في الاتجاه المعاكس. كما ويلاحظ التأثير الانفجاري بشكل أكبر مع اتجاه التفاعل الانفجاري واتجاه الريح عنه في الاتجاه المعاكس.

العوامل المؤثرة في الانفجار:

إذا أثرنا على الشروط الابتدائية (حرارة، الضغط، التركيز...) أمكننا توجيه الإجراء حسب رغبتنا معدلين سيره بشكل ينتج معه احتراق أو انفجار.

١. النسبة المئوية للمكونات في الخليط:

إن العيار أو التركيب الكمي للخلائط المتفجرة هو عامل يؤثر في سرعة التفاعل (غاز الميتان والهواء في المناجم). فعندما تكون جزيئات الوقود منتشرة ومفصولة بالعديد من الجزيئات الأخرى عن الأوكسجين فإن الاحتراق أو الانفجار لا يمكن أن ينتشر إلا بصعوبة كبيرة وببطء يستحيل معه تشكل الموجة الانفجارية. أما إذا كانت جزيئات الوقود كثيرة جداً فإن جزيئات الأوكسجين تكون بعيدة بعضها عن بعض ويكون الاحتراق بالتالي بطيئاً وغير تام لنقص في الأوكسجين الملامس مباشرة لأغلب جزيئات الوقود.
لذلك لا يمكن أن يتم انتشار الاحتراق بسرعة إلا إذا كان عدد جزيئات الوقود والأوكسجين كافياً بحيث يتم الالتهاب دونما تأخير.

٢. درجة الحرارة:

تزداد سرعة الاحتراق بازدياد درجة الحرارة (الدرجة التي يجب أن نرفع إليها المادة المتفجرة كي تنفجر)، حيث تتضاعف السرعة تقريباً كلما ازدادت درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية.

٣. الضغط:

تؤثر قيمة الضغط في مجرى التفاعل بشكل مماثل لتأثير درجة الحرارة، فإذا ما ازداد الضغط ازدادت سرعة التفاعل بحيث يمكن للاشتعال أن يتحول إلى انفجار.

٤. كثافة المادة المتفجرة:

تؤثر كثافة المادة المتفجرة في سرعة انتشار التفاعل حيث تكون السرعة التي يتطور فيها التفاعل أكبر بكثير في المركبات الكيميائية منها في لخلائط الميكانيكية. إذ أن ذرات الأولى هي أقرب بعضها إلى بعض منها في الثانية.

٥. كثافة الشحنة:

هي العلاقة الكائنة بين المادة المتفجرة وحجم الحيز الذي يتم فيه التفاعل، وتزداد ضغوط التفاعل وسرعته بازدياد كثافة الشحنة بحيث أن هذه الشحنة إذا ما كانت كبيرة جداً أمكن انقلاب الاحتراق إلى انفجار.

٦. الكابح:

وهو كل عائق أو صعوبة يجابه بها الحيز الذي تتم فيه العملية الانفجارية الغازات الناتجة من الانفجار مانعاً انتشاره. فالكابح إذن تابع لطبيعة الوعاء ولإحكام إغلاقه. ففي حيز جيد الإحكام وذي خواص مميزة ملائمة تحول دون تحطيمه قبل التحول الكلي للمادة المتفجرة إلى غاز يزداد الضغط بتقدم العملية الانفجارية ولما كانت السرعة تابعة للضغط فإن ما يبدأ كاحتراق يمكن أن ينتهي كانفجار.
ولا تستلزم جميع المواد المتفجرة الكابح نفسه فبعضها يكتفي بالهواء الذي يحيط به (ت.ن.ت) والبعض الآخر يتطلب عائق أكبر (البارود).

٧. الحفّازات:

وهي المواد التي تؤثر سلباً أو إيجاباً في سرعة التفاعل الانفجاري.



قال ﷺ : من مات مرابطا في سبيل الله أجرى الله عليه عمله الصالح الذي يعمل عليه وأجري عليه رزقه، وأمن من الفتان، وبعثه الله يوم القيامة آمنا من الفزع



وكي تزداد قوة المادة المتفجرة وبالتالي قوة الموجة الانفجارية فانه يجب أن يتحقق فيها المواصفات التالية :

متجانسة ، متماسكة ، مضغوطة ، مجمعة ، نقية وصالحة ، مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير .

١. متجانسة :

أي متماثلة فإذا كانت العبوة مكونة من نوع واحد من المتفجرات فيجب أن تكون من نفس الشكل (الحجم) ، وإذا كان عندنا أكثر من شكل لـ TNT مثلا بودرة وصلب فلا نخلطهما مع بعض فنجعل البودرة أولا ثم الصلب في حال كون الصاعق شعبي وضعيف والعكس في حال كون الصاعق قوي وهكذا .

وإذا كان عندنا في العبوة الواحدة أكثر من نوع من المتفجرات فيجب ترتيبها على شكل طبقات بحسب سلسلة التفجير.

٢ـ متماسكة :

متقاربة من بعضها لا يوجد بينها فراغات فعند استخدام قوالب TNT مثلا يجب رصّها بجانب بعضها جيدا ، وفي حالة استخدام الفتائل الانفجارية مثل الكورتكس معها فيجب أن تكون ملاصقة جدا للمادة ومتراصة فيما بينها ، وبأكثر من لفة علي المادة المتفجرة .

٣ـ مضغوطة :

وخصوصا تظهر هذه الخاصية بالمواد العجينية مثل الـ C4 وفي تصنيع الصواعق حيث يتم ضغط المادة النصف حساسة بضغطين مختلفين (٢٠و٤٠)بار شرط التوافق مع نوع المادة الحساسة ، وكلما عرضت المادة النصف حساسة وضعيفة الحساسية للضغط باليد أو المكبس اليدوي يزداد تأثير المادة ويقل حجمها ، وهناك معايير لاستخدام المكبس الآلي لا يجب تجاوزها وإلا ستنفجر المادة .

٤ـ مجمعة :

أي أن المادة تتجمع حول بؤرة واحدة (نقطة مركز) لتشكل شكل كروي أو مكعب أو أسطواني ، والشكل الأسطواني يعتبر من أفضل الأشكال بالنسبة لطبيعة أهدافنا . مع ضرورة مراعاة نوع وطبيعة المحيط والهدف المراد تحقيقه عند اختيار شكل العبوة.

٥ـ نقية وصالحة :

كلما زادت درجة نقاوة المادة كلما زاد تأثيرها ، وكلما كانت بعيدة عن تأثير الرطوبة كان تأثيرها أقوى ، ونعني بالنقاوة عدم وجود شوائب أي كل ما يؤثر على المادة سلبا.

ونعني بصلاحية المادة أي قابليتها للاستجابة للمحرض الخارجي وقدرتها على نقل الموجة إلى بقية أجزاء المادة.

٦ـ مرتبة حسب قواعد سلسلة التفجير :

ونعني بسلسلة التفجير ترتيب وضع المواد المتفجرة المختلفة والمستخدمة في العبوة الواحدة بناءا على تصنيف المتفجرات.

سلسلة التفجير (خط النار)

لتقييم أي عملية انفجار فإننا نركز على مسألتين رئيسيتين :

المسألة الأولى : هو انفجار كامل المادة .

المسألة الثانية : هو تحقيق الهدف من الانفجار مثلا تدمير مبنى كاملا أو اختراق دبابة وتدميرها ..الخ وبذلك نحكم على مجمل عملية الانفجار بالنجاح الكامل أو الجزئي أو الفشل .

فكما هو معلوم لدينا أن المتفجرات السريعة تصنف إلى عدة أنواع :

١. مادة حساسة (بادئ انفجار) .
٢. نصف حساسة (حشوة مساعدة) .
٣. ضعيفة الحساسية (حشوة رئيسة) .

وفي حال استخدام أكثر من مادة فيجب مراعاة سلسلة التفجير (خط النار) لضمان انفجار تام للمادة حيث أن عملية الانفجار تقسم إلى ثلاث حالات من حيث نتيجة الانفجار :

- انفجار تام : انفجار كامل المادة .
- عجز انفجار : انفجار جزء من المادة فقط .
- فشل انفجار : عدم انفجار المادة .

ونعني بسلسلة التفجير (خط النار) :

ترتيب وضع المواد المتفجرة المختلفة والمستخدمة في العبوة الواحدة بناءا على تصنيف المتفجرات ، مراعين في ترتيبها بحسب الأمور الرئيسية التالية :

١. الحساسية :(مدى استجابة المادة للمحرض الخارجي – حرارة ، طرق ، احتكاك ..الخ)
٢. السرعة :(سرعة تحول المادة إلى غاز ، وكذلك سرعة الغازات المنطلقة) .
٣. القدرة :(قوة تأثير المادة وتقاس نسبة إلى TNT حيث = ١فمثلا C4 =١,٣٤من TNT) .
٤. النقاوة :(نسبة وجود الشوائب في المادة) .
٥. الكثافة :(كتلة المادة في حجم معين) .

وهذه الأمور يظهر الفارق في أدائها بشكل جلي وواضح في العبوات الكبيرة و العبوات ذات المهام الخاصة كعبوات الخرق مثلا .

ولأهمية موضوع إتقان التعامل مع سلسلة التفجير يجب معرفة ودراسة خواص هذه المتفجرات كما يجب أن نفرق بين أنواع المواد المتفجرة واستخداماتها ، وعلى وجه الخصوص بين المواد المحرضة (البوادئ) وبين المواد القاصمة (النصف حساسة وضعيفة الحساسية)....الخ

علاقات وقواعد مهمة في سلاسل التفجير يجب الانتباه لها عند توظيف المتفجرات :

- كلما زادت كثافة المادة (وزن حجم معين من المادة) كلما زادت قدرتها (قوتها الانفجارية) ، و زادت سرعتها والعكس صحيح .
- كلما زادت الكثافة قلت حساسية المادة - والعكس صحيح - ، لذلك فهي تحتاج إلى محرض (صاعق) قوي وعنيف .
- كلما زادت درجة نقاوة المادة القاصمة زادت حساسيتها إلى حد معين وهو عدم قدرتها للتحول إلى مادة حساسة ، والعكس صحيح .
- كلما كان البادئ (الصاعق) ضعيفا كلما ازداد صعوبة تحول المادة القاصمة إلى غاز خلال فترة قياسية ، وقد يتحول الانفجار إلى عملية سطحية يتحول فيها تفكك المادة إلى اشتعال ووميض .
- الحساسية مرتبطة بقدرة المادة على التحول إلى غاز وليست مرتبطة بسرعة تحولها إلى غاز .
- كلما زاد حصر المواد الشعبية (حتى نسبة معينة) زاد في سرعة الغازات الناتجة عن الانفجار مما يجعل الضغط الناتج عنها يزداد و الأثر التدميري لها يكبر .

شروط ترتيب سلسلة التفجير (خط النار) :

١. ترتيب وضع المواد وفقا لـ (الحساسية الأكثر حساسية أولا ، السرعة الأسرع أولا ، القدرة الأكثر قدرة أولا، النقاوة الأنقى أولا، الكثافة) ويكون الترتيب وفقا لتسلسل ذكر الخواص .
٢. يجب أن يكون ثلث المادة تقريبا في داخل المادة التي تليها ، وملامسة لها من معظم الاتجاهات .
٣. يجب مراعاة التجانس في الطبقة الواحدة للحشوة (كامل المادة المتفجرة) عند الترتيب حتى ولو كان من نفس نوع المادة ، فلا يصح خلط الـ TNT المطحون مع الصلب في نفس الطبقة مثلا .
٤. نوع وقدرة البادئ (الصاعق) يلعب دور رئيسي في عملية ترتيب المواد ويجب التنبه له جيدا ، فمثلا إذا كان لدينا صاعق ضعيف مثل بيرو كسيد الأستون (الثلج الأبيض) وTNT صلب وآخر مطحون ، فيجب ترتيب المواد كالتالي الثلج في البداية ومن ثم الـ TNT المطحون وبعده الـ TNT الصلب ، ولو عكسنا المطحون بدل الصلب فلن يحصل انفجار (فشل) .
٥. وفي حين لو كان لدينا بادئ قوي مثل صاعق نظامي فان الـ TNT الصلب يأتي أولا يليه المطحون ، ولا يصح العكس لأنه لو عكسنا المطحون مع الصلب فسيحصل غالبا عجز في الانفجار . واختلاف النتيجة بسبب اختلاف قدرة الصاعقين .
٦. الحشوة المساعدة وهي مادة لها قدرة وسرعة عالية وحساسية أكبر تستخدم في تحريض وتفجير المادة الأقل حساسية، نسبتها في المادة القاصمة من (٢ إلى ٥) % ، ويتحدد نوعها وكميتها بحسب حساسية وحجم المادة القاصمة وكذلك على قدرة البادئ (الصاعق) ، - دور الحشوة المساعدة هو نقل وتضخيم الموجة الانفجارية لضمان انفجار كامل الحشوة الرئيسة- ، ويفضل أن يكون شكلها متناسب مع شكل الحشوة الرئيسة .

ملاحظة : كلما كانت قوة الصاعق أكبر وكذلك قدرة المادة المساعدة كان انفجار العبوة تام وكان تأثير المادة القاصمة (الأساسية) أكبر .

ولسهولة التعامل مع سلاسل فإننا نقوم بترتيبها بالمجمل وفقا للقواعد التالية :

١. قدم المواد العسكرية النظامية على المواد الشعبية .
٢. استخدم المواد البادئة النظامية في حال وجود مواد نظامية عسكرية .
٣. في المتفجرات القاصمة قدم المواد العجينية (البلاستيكية) على المواد الصلبة .
٤. في وجود الصاعق الضعيف قدم المواد البودرية الشكل على المواد الصلبة .
٥. في وجود صاعق ضعيف ومادة قاصمة ذات كثافة عالية (صلبة) ، قم بطحن جزء من المادة القاصمة لتقوم بدور الحشوة المساعدة وبنفس نسبة الحشوة المساعدة .واحرص أن تكون المادة المطحونة ملامسة للمادة القاصمة في وسطها وعلى كامل طولها ما أمكن .



TNTصلب TNT مطحون ثلج أبيض

٦. في المتفجرات (التصنيع الشعبي) قدم المتفجرات التي تحتوي على بودرة الألمنيوم .
٧. في المتفجرات الصلبة الضعيفة الحساسية (التصنيع الشعبي) في وجود صاعق ضعيف قم بطحن كامل المادة لضمان انفجار كامل لها ، واحصرها في وعاء معدن سمكه من ٠,٥ إلى ٢ سم بحسب كمية المادة للحصول على قوة أكبر للمادة .
٨. احرص على عدم إطالة سلسلة التفجير (خط النار) في المواد القاصمة لتجنب حدوث خلل ، والجأ لذلك عند الحاجة فقط .



إننا أصحاب هدف نسعى إليه فلا نقيم وزنا للأشواك التي تعلق بثيابنا أثناء المسير ولا بالصخور التي توضع في طريقنا إلى رب العزة

مثال على توظيف سلسلة التفجير :

توفر لدينا صاعق شعبي (ثلج أبيض) ، متفجرات شعبية الآنفو (سماد نترات الأمونيوم + زيت سيارات محروق ١:٩) ٥٠ كجم ،TNT صلب ١٠ كجم ، C4 ٥كجم . رتب المواد وفقا لقواعد سلاسل التفجير ؟

الحل :

بما أنه لدينا صاعق ضعيف (ثلج أبيض) ومادة شعبية متوفرة وضعيفة الحساسية ، وبما أن TNT و C4 شحيح فإننا نقوم بالتالي :

١. طحن كامل المادة الشعبية جيدة .
٢. سنحتاج إلى ٢,٥ كجم من TNT ، نقوم بطحن قالب من TNT أو ٣٠٠ غم منه .
٣. نضع الصاعق داخل بودرة TNT ونضعهما في وسط TNT الصلب مع التثبيت الجيد لهم ومن ثم وضعهم في منتصف الثلث الأول لخليط الآنفو .
٤. وضع خليط الآنفو في وعاء معدني .
٥. نرتبها ونضعها كما في الرسم .
٦. توفير الكمية الباقية من TNT و C4 .

